

(2)

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 01180938 A

(43) Date of publication of application: 18.07.89

(51) Int. Cl

**C22C 21/02**

(21) Application number: 63005056

(22) Date of filing: 12.01.88

(71) Applicant: RYOBI LTD

(72) Inventor: JIN JIYUUKETSU  
TAKAHASHI YOSUKE  
NISHI NAOMI**(54) WEAR-RESISTANT ALUMINUM ALLOY****(57) Abstract:**

**PURPOSE:** To improve the strength at high temp. and wear resistance of the title Al alloy to be obtained by controlling the respective compositional limit values of Si, Cu, Ni, Mg, etc.

**CONSTITUTION:** An alloy which has a composition consisting of, by weight, 10W14% Si, 1.0W6.0% Cu, 3.0W6.0% Ni, 0.1W2.0% Mg,  $\leq$ 1.0% Mn, and the balance

Al and containing, as impurities, <1.3% Fe, <0.5% Sn, and <0.5% Zn is prepared. If necessary, one or more kinds among 0.01W0.3% Ti, 0.001W0.1% B, 0.001W0.1% Sr, and 0.001W0.2% P are added to the above composition. By the above constitution, an Al alloy having superior strength at high temp. and wear resistance in an as-cast state can be obtained. Accordingly, this alloy is suitably used for engine parts, such as cylinder blocks and pistons.

COPYRIGHT: (C)1989,JPO&amp;Japio

## ⑪ 公開特許公報 (A) 平1-180938

⑤Int.Cl.<sup>4</sup>  
C 22 C 21/02識別記号  
Z-6735-4K

④公開 平成1年(1989)7月18日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全11頁)

②発明の名称 耐摩耗性アルミニウム合金

②特 願 昭63-5056

②出 願 昭63(1988)1月12日

②発明者 神 重 傑 東京都千代田区外神田3-15-1 リヨービ株式会社東京本社内

②発明者 高 橋 庸 輔 東京都千代田区外神田3-15-1 リヨービ株式会社東京本社内

②発明者 西 直 美 東京都千代田区外神田3-15-1 リヨービ株式会社東京本社内

③出願人 リヨービ株式会社 広島県府中市目崎町762番地

## 明細書

1. 発明の名称 耐摩耗性アルミニウム合金

2. 特許請求の範囲

Si 10 ~ 14 wt% と、 Cu 1.0 ~ 6.0 wt% と、 Ni 3.0 ~ 6.0 wt% と、 Mg 0.1 ~ 2.0 wt% と、 Mn 0.1 ~ 1.0 wt% と、 Ti 0.01 ~ 0.3 wt% 、 B 0.001 ~ 0.1 wt% 、 Sr 0.001 ~ 0.1 wt% 、 P 0.001 ~ 0.2 wt% のうち何れか 1 種以上を含有し、不純物としては Fe < 1.3 wt% 、 Sn < 0.5 wt% 、 Zn < 0.5 wt% を含み、残部を Al としたことを特徴とする耐摩耗性アルミニウム合金。

3. 発明の詳細な説明

## 〔産業上の利用分野〕

本発明は鋳造用耐摩耗性アルミニウム合金に関する。

## 〔従来の技術〕

近年、各種車両においては、燃費の向上或いは高性能化への動向から軽量化のニーズは一層高まりを見せており、エンジン部、足回り、駆動系等、車両部品のアルミニ化が進展している。

上記車両部品のうち、シリンダーブロック、ピストン等、エンジン部品のアルミニ化は車両の軽量化に最も貢献するが、これら摺動部材には高温強度、耐摩耗性、低熱膨張係数、耐熱疲労等の高温における特性が要求される為、従来の実用合金では問題点が多く、それ故一部の車両をのぞいては完全なアルミニ化がなされていないのが現状である。

最近ではエンジンの高出力化やターボ車の普及により使用環境は一層苛酷にならざるを得ず、それに伴い摺動部材に求められる特性もより一層厳しさを増している。

従来、エンジン向けの摺動部材には過共晶 Al-Si 合金の 390 合金又は共晶 Al-Si 系合金の JIS AC8A (JIS アルミニウム合金鋳物) 等が使用されて来た。390 合金は初晶 Si の分散から優れた耐摩耗性を有し、さらに熱膨張係数が低い特長も併せ持つことから、ライナーレスのシリンダーブロック材として使用してきた実績がある。しかしながら脆性で高硬度の Si を多く含有

することから切削性に難点があり、また延性、韌性に乏しいため常温、高温における強度が低い。また鋳造作業に際しては初晶Siを微細化するため鋳造温度を高める必要があり、高い溶湯温度から金型あるいはるつぼの寿命が短くなる問題がある。さらにダイカストの様な高圧下での鋳造において、初晶Siは偏析を生じ易く、摺動面はSiの偏在から均一性にも問題が残っている。

一方、AC8Aは390合金に比べSi量が少ないため比較的韌性、延性があり、このため常温での引張強さは過共晶Al-Si合金に比べて高く、その上Niを1%前後含有することから特に高温における強度も高いことが知られている。このようにAC8Aは常温、高温における機械的性質に優れる特長を持ち、切削性にも問題はない。しかし鋳放しのままではSi、Cu量が少ないと390合金に比べ耐摩耗性が劣り、また $\alpha$ 相の量が多いため、摺動時に相手材とスカッフを生じ易いなど、総じて摩耗特性に問題点がある。

- 3 -

wt%と、Ni 3.0~6.0 wt%と、Mg 0.1~2.0 wt%と、Mn 0.1~1.0 wt%と、Ti 0.01~0.3 wt%、B 0.001~0.1 wt%、Sr 0.001~0.1 wt%、P 0.001~0.2 wt%のうち何れか1種以上を含有し、不純物としてはFe < 1.3 wt%、Sn < 0.5 wt%、Zn < 0.5 wt%を含み、残部をAlとし、上記Si、Cu、Ni、Mg、Mnの含有量を特定範囲内に定めることにより上述従来の問題点を解決したのである。

次に本発明合金における各成分組成の限定理由について述べる。Siの添加は共晶Si相、初晶Siを晶出して強度、硬さ、耐摩耗性を向上し熱膨張係数を低下する。Si粒子の均一分散が得られる場合は特に耐摩耗性に与える効果は大きい。10 wt%以下では耐摩耗性、硬さ、耐力が不十分で14 wt%を越えると初晶Siの量が増えるため切削性が低下し、Siの偏析を生じ易くなるとともに、更に常温、高温における強度が低下するためSi量は10~14 wt%の範囲で添加することが望ましい。

Cuは固溶化によりマトリックスを強化し、併

## 〔発明が解決しようとする問題点〕

以上説明したように従来の耐摩耗性合金は摩耗特性か又は高温強度、鋳造性のいずれかが劣り、それ故シリンダーブロック、ピストンなど摺動部材に応用する場合には用途に制約を受けている問題点がある。

本発明は上述従来の問題点に鑑みてなされたもので、従来合金では高温強度の向上を目的に、Niを添加するため添加量は耐熱効果の飽和する3 wt%以下で抑えているのに対して、本発明ではNiを3~6 wt%に增量することにより、十分な耐摩耗性を得るようにしたため、従来合金が行なったようにSi量を過共晶域まで増やす必要がなく、高温下での優れた強韌性と耐摩耗性の2つの特性を有し、ピストン、シリンダーブロック等の摺動部材、又はロッカーアームなどに用いて好適な鋳造用耐摩耗性アルミニウム合金を提供しようとするのが、その目的である。

## 〔問題点を解決するための手段〕

即ち本発明は、Si 10~14 wt%と、Cu 1.0~6.0

- 4 -

wt%と、Ni 3.0~6.0 wt%と、Mg 0.1~2.0 wt%と、Mn 0.1~1.0 wt%と、Ti 0.01~0.3 wt%、B 0.001~0.1 wt%、Sr 0.001~0.1 wt%、P 0.001~0.2 wt%のうち何れか1種以上を含有し、不純物としてはFe < 1.3 wt%、Sn < 0.5 wt%、Zn < 0.5 wt%を含み、残部をAlとし、上記Si、Cu、Ni、Mg、Mnの含有量を特定範囲内に定めることにより上述従来の問題点を解決したのである。

Niは合金化されるとAl-Ni系化合物及びAl-Ni-Cu系化合物を形成し、著しい韌性の低下を伴わずに強度、硬さ、耐摩耗性を向上し、特に高温における強さの向上に有効である。Niの高温強度に対する効果は3 wt%程度で飽和するが、更にそれ以上添加すれば、硬さと耐摩耗性とが著しく向上し、その上熱膨張係数の低下にも有益である。本発明合金ではこの点に着目し、従来合金では耐熱効果の飽和、合金コストから

- 5 -

Ni量を3wt%以下に抑えていたのに対し3wt%以上のNiを添加することによって耐摩耗性を向上し、かわりにSi量を共晶域程度にまで低下させている。そのため過共晶域までSi量を増加するために生ずる高温強度、韌性の低下を抑えることが可能である。以上説明したようにNi3wt%以下では耐摩耗性が十分でなく、6wt%以上添加すると針状の粗大化合物を形成するため、韌性、延性が著しく低下し、更に液相線温度の上昇から铸造性も低下する。

これらの理由からNiは3~6wt%の範囲で添加することが望ましい。

Mgは、一部はマトリックス中に固溶し、残りはMg<sub>2</sub>Si又はAl-Cu-Mg系化合物として晶出し、これらの相乗効果から合金の強度、硬さ、耐摩耗性を向上する。0.1wt%以下では効果は見られず、2wt%以上の添加は韌性の化合物が多く晶出するため韌性の著しい低下が見られる。

Mnは冷却速度が速ければマトリックス中に一部固溶してチル層を強化するが、多くは不純物

- 7 -

B 0.1wt%以上では有害な化合物を形成し韌性が低下する。

#### 〔実施例〕

以下に本発明の実施例及び比較例により更に具体的に説明する。

表-1に示す組成の合金浴湯を90tonダイカストマシンを用いて鋳込温度710~740℃、金型温度110~160℃、射出速度1.3~1.4m/sec、鋳込圧力190kgf/cm<sup>2</sup>、チルタイム5~6秒の条件で第1図(A)、(B)、(C)、(D)に示す形状のテストピースを鋳造し、試料#1~13とした。

又、グラビティ鋳造した時の組織と耐摩耗性とを調べるために、#1の組成の合金を10×30×50mm寸法の摩耗試験用テストピースにグラビティ鋳造し、試料#1Bとした。

他にJIS規格によるAC8A合金、ASTM390合金を用いて上記と同様の条件で鋳造し参考例とした。

以上の試料#1~13、#1B及び参考例を用いて以下の実験を行なった結果を表-2~表-

のFeとともにAl-Ni系化合物中に固溶しNiと同様の効果を示す。そのためMnはNiの代替元素と見なしてNi+Mnで6wt%以下の範囲に納まれば良い。しかしMn量が1wt%を越えるとAl-Ni系化合物が粗大化し韌性が低下するためMn量は1wt%以下に抑える必要がある。

Sr、P、TiおよびBは組織の微細化、改良処理に効果を示す元素であり、本発明合金ではこれらの元素の内一種以上を添加して機械的性質、耐摩耗性、切削性を改善している。

Srは共晶Siの改良処理材として一般に利用されており韌性の向上に有効である。添加量は0.001~0.1wt%が適当である。

Pは初晶Siの微細化元素として公知であり、添加量は0.001~0.2wt%の範囲で効果が見られる。

TiはBとの添加により結晶粒微細化に著しい効果を有し铸造性、特に引け性の改善ならびに強韌性の向上に有効である。Ti 0.001wt%、B 0.001wt%以下ではその効果は見られず、Ti 0.3wt%、

- 8 -

6及び第3図、第4図に示す。尚、第1図(A)、(B)において1は引張試験片を、第1図(C)、(D)において2は衝撃試験片を夫々示し、第2図において3は耐摩耗試験片を、4は高温引張試験片を夫々示す。

#### (1)引張試験(室温250℃)

第1図(A)~(D)に示すASTM標準試験片形状の試料#1~13及び同様の参考例を用い鋳放し状態で室温250℃において引張試験を行った。

#### (2)硬さ試験

第1図(A)~(D)に示す6.35×6.35×50mmの寸法の試験#1~13及び同様の参考例を用い、鋳放し状態でのロックウェル硬さHRBを測定した。

#### (3)高温引張試験(300℃、350℃)

第2図に示す形状の引張試験片を用い、300℃、350℃において引張試験を行った。保持時間は30分である。

#### (4)衝撃試験

第1図(A)~(D)に示す6.35×6.35×50mmの寸法の衝撃試験片を用い、鋳放し状態でシャルピー衝撃

- 10 -

試験を行った。

#### (5) 摩耗試験

第2図に示す摩耗試験用テストピースを用い大越式摩耗試験機により摩耗試験を行った。試験条件は最終荷重 2.1kg、摩耗距離 100m、相手材 FC25 で行った。

#### (6) 凝固組織の観察

$\text{M}_{6.5}$  の合金を図2に示す摩耗テストピースにダイカスト鋳造したものおよび $\text{M}_{6.1}$  の合金を $10 \times 30 \times 50 \text{mm}^3$ 寸法の摩耗テストピースをグラビティ鋳造したものの凝固組織を観察した。腐食処理には 0.5wt% 沸騰液を用いた。

表-2に示す様に本発明例は、引張強さ 31.2 ~ 36.2 (kgf/mm<sup>2</sup>)、耐力 24.3 ~ 28.0 (kgf/mm<sup>2</sup>) を示し、引張強さは AC8A と同等かそれ以上で、390 合金に比べれば明らかに優れている。また耐力も同様に AC8A より全般的に優れている。硬さは Ni 添加の効果により 77.1 ~ 85.5 HRB と高く、本発明例は Si 量が少ないにも関わらず 390 合金以上の硬さを有している。韌性、延性は 390 合金

- 11 -

と同等のものも見られるが、全般的に 390 合金を上回っている。

高温における強度は表-3 又は表-4 に示す様に 250°C、300°C、350°C のいずれの温度においても 390 合金以上の値を示し、AC8A とはほぼ同等の結果が得られている。

本発明例の耐摩耗性は表-5、第3図に示す比摩耗量から明らかに、390 合金以上の耐摩耗性を有し、AC8A と比べれば明らかに優れている。

又、本発明例はグラビティ鋳造した場合でも、ダイカスト鋳造した時と同様の耐摩耗性が得られる。

第4図は、 $\text{M}_{6.1}$  の合金のダイカスト材とグラビティ鋳造材の耐摩耗性を比較したもので、比摩耗量にはほとんど差は見られない。

熱膨張係数は表-6 に示す様に、R.T~200°C の範囲で  $19.1 \times 10^{-6}$  (mm/mm°C) を示す 390 合金と同等である。

本発明例の凝固組織は第5図(a)、(b)の写真に

- 12 -

示す様に共晶 Si、 $\alpha$  相、 $\text{Al}-\text{Ni}$  系化合物及び $\text{Al}-\text{Cu}-\text{Ni}$  系化合物ならびにその他少量の複合化合物から成る。 $\text{Al}-\text{Ni}$  系化合物は弾性に強く腐食され黒色を呈しており、形状は短冊型である。 $\text{Al}-\text{Cu}-\text{Ni}$  系化合物は弾性には腐食されないため、組織写真では共晶 Si より明るい灰白色に観察される。形状はガイ骨状の共晶組織で、2 元共晶又は3元共晶反応で晶出するため Si 相と共に $\alpha$  相を囲むかたちでネットワークを形成する。これら Ni を含む化合物は高温強度を向上させると共に耐摩耗性及び硬さの向上にも著しい効果を有する。

第5図(b)に示す写真は $\text{M}_{6.1}$  の組成の本発明合金をグラビティ鋳造した時の組織写真で、P によって 10 ~ 20  $\mu\text{m}$  程度に微細化された初晶 Si が均一に分散している。比較のためにダイカスト鋳造した 390 合金の凝固組織写真を第5図(a)に示す。このように本発明例はグラビティ鋳造においても組織の粗大化は見られず、他の鋳造法、例えば低圧鋳造や溶湯鋳造法も同様な組織

が得られる。

表-1

合金 番号	合 金 组 成 (wt%)								備考
	Si	Cu	Ni	Mg	Fe	Mn	Ti	その他	
1	13.35	5.31	3.62	0.37	0.35	0.02	-	P 0.05 B 0.03	本発明例
2	11.30	4.23	3.66	0.65	0.54	0.33	0.10	Zn 0.04	-
3	12.28	4.37	3.71	0.68	0.60	0.35	0.09	Sr 0.002 Zn 0.44	-
4	10.14	5.07	4.04	0.54	0.63	0.33	0.11	Zn 0.04	-
5	11.12	5.18	4.22	0.51	0.53	0.02	0.11	-	-
6	8.72	3.76	3.85	0.33	0.30	0.02	-	Sn 0.01 Zn 0.04	比較例
7	9.60	1.05	2.97	0.32	0.31	0.02	-	-	-
8	12.86	4.04	1.80	0.55	0.66	0.35	-	Zn 0.04	-
9	14.52	5.65	5.02	0.46	0.61	0.02	-	P 0.04	-
10	12.48	4.28	6.35	0.77	0.62	0.37	-	Zn 0.06	-
11	11.48	4.28	3.88	2.29	0.58	0.39	-	Zn 0.46	-
12	12.95	7.28	3.73	0.74	0.62	0.36	-	Zn 0.04	-
13	12.54	4.30	4.38	0.59	0.62	1.36	-	Zn 0.06	-
AC8A	11.87	0.99	1.60	1.14	0.51	0.07	0.11	Zn 0.07	参考例
390	17.43	4.59	0.08	4.59	0.83	0.30	0.04	Zn 0.48 Sb 0.02 Pb 0.09	-

- 13 -

-192-

- 14 -

表 - 2

合 金 番 号	機械的性質					偏 考	
	引張強さ (kgf/mm <sup>2</sup> )	耐力 (kgf/mm <sup>2</sup> )	伸び (%)	弾性係数 (kgf/mm <sup>2</sup> )	衝撃値 (kgf-mm/mm)		
1	31.2	24.3	0.7	8100	0.54	77.1	本発明例
2	33.9	28.0	0.4	8500	0.51	83.1	"
3	36.2	27.7	0.7	8300	0.66	83.9	"
4	33.7	26.5	0.6	8600	0.52	85.5	"
6	36.4	21.5	1.2	8400	0.7	75.7	比較例
7	33.8	18.5	2.0	7900	0.95	67.3	"
8	31.6	24.3	0.7	8100	0.81	71.6	"
9	29.0	26.2	0.3	9100	0.29	90.5	"
10	31.1	30.3	0.3	8900	0.42	90.6	"
11	29.3	29.0	0.2	8300	0.35	89.2	"
12	32.8	31.2	0.4	8800	0.45	90.0	"
13	34.6	28.4	0.4	8800	0.44	87.3	"
AC8A	34.1	23.2	1.1	8200	0.73	71.9	参考例
390	29.2	24.9	0.4		0.54	75.0	"

表 - 3

(250°C 30分保持)			
性質 △ 合金	引張強さ (250°C) (kgf/mm <sup>2</sup> )	伸び (%)	偏 考
2	26.8	0.8	本発明例
4	28.6	2.6	"
AC8A	25.4	2.2	参考例
390	22.7	1.5	"

表 - 4

性質 △ 合金	300°C		350°C		偏 考
	引張強さ (kgf/mm <sup>2</sup> )	伸び (%)	引張強さ (kgf/mm <sup>2</sup> )	伸び (%)	
5	17.1	2.0	10.8	3.9	本発明例
AC8A	17.6	2.6	11.0	5.2	参考例
390	14.1	1.2	9.4	2.5	参考例

- 15 -

- 16 -

表 - 5

合 金	比摩耗量 ( $\times 10^{-7}$ ) (mg/mm <sup>2</sup> )	偏 考
1	12.6	本発明例
3	13.4	↑
5	11.0	↑
6	24.1	比較例
7	26.5	↑
8	22.9	↑
AC8A	16.9	参考例
390	14.1	↑

## 〔発明の効果〕

以上説明したように本発明合金によれば、鋳放し状態で優れた高温強度と耐摩耗性とを有するため、シリンダーブロック、ピストンなどエンジン部品に用いて好適であり、更にその他の摺動部品へも広い用途が期待できる等、その効果は甚大である。

## 4. 図面の簡単な説明

第1図(a)～(d)、第2図は本発明合金及び従来合金によるテストピースを夫々示した図、第3図は本発明合金と、従来の390合金及びAC8A合金の摩耗速度と比摩耗量を夫々示したグラフ、第4図は本発明のダイカスト鋳造した試料No.1と、グラビティ鋳造した試料の摩耗速度と比摩耗量を夫々示したグラフ、第5図(a)、(b)は本発明合金の模様組織を夫々写真で示した図、第5図(c)は試料No.1の組成の本発明合金をグラビティ鋳造した際の組織を写真で示した図、第5図(d)はダイカスト鋳造した390合金の模様組織を写真で示した図である。

表 - 6

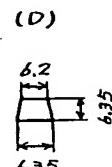
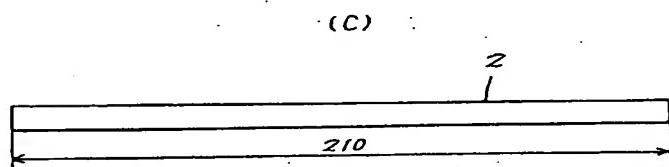
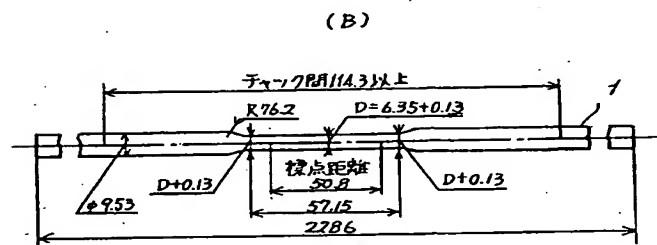
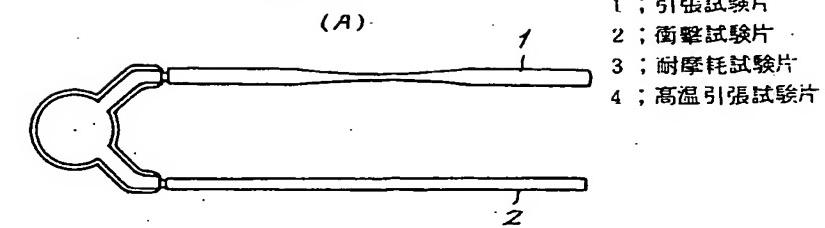
温度 △ R-T~200°C (mg/m <sup>2</sup> /°C)	熱膨張係数 ( $\times 10^{-6}$ )
No.5 本発明例	19.1
390 参考例	19.3
AC8A 参考例	21.0

- 17 -

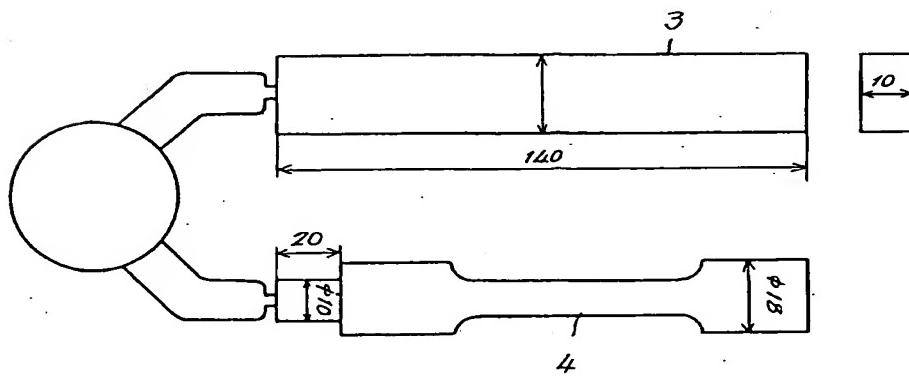
- 193 -

- 18 -

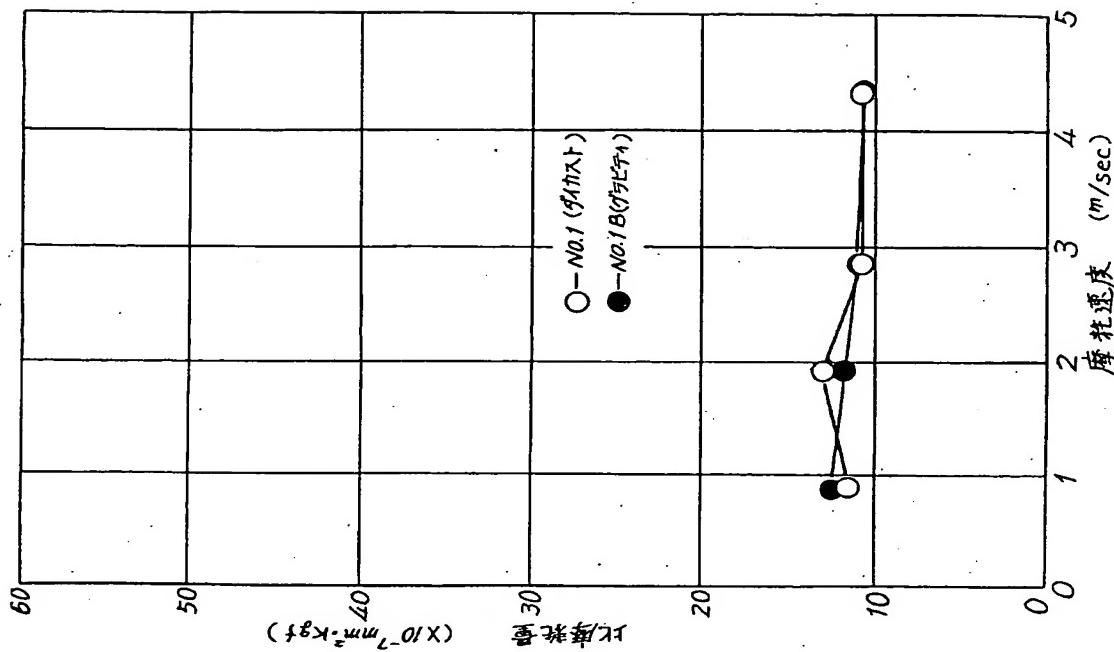
第 1 図



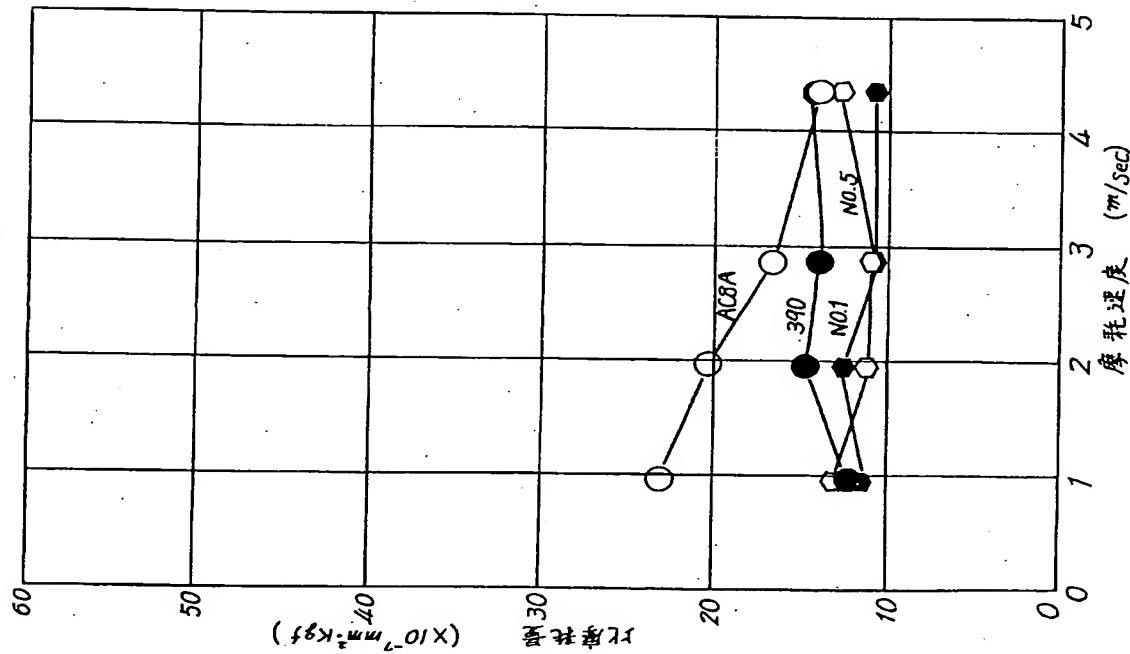
第 2 図

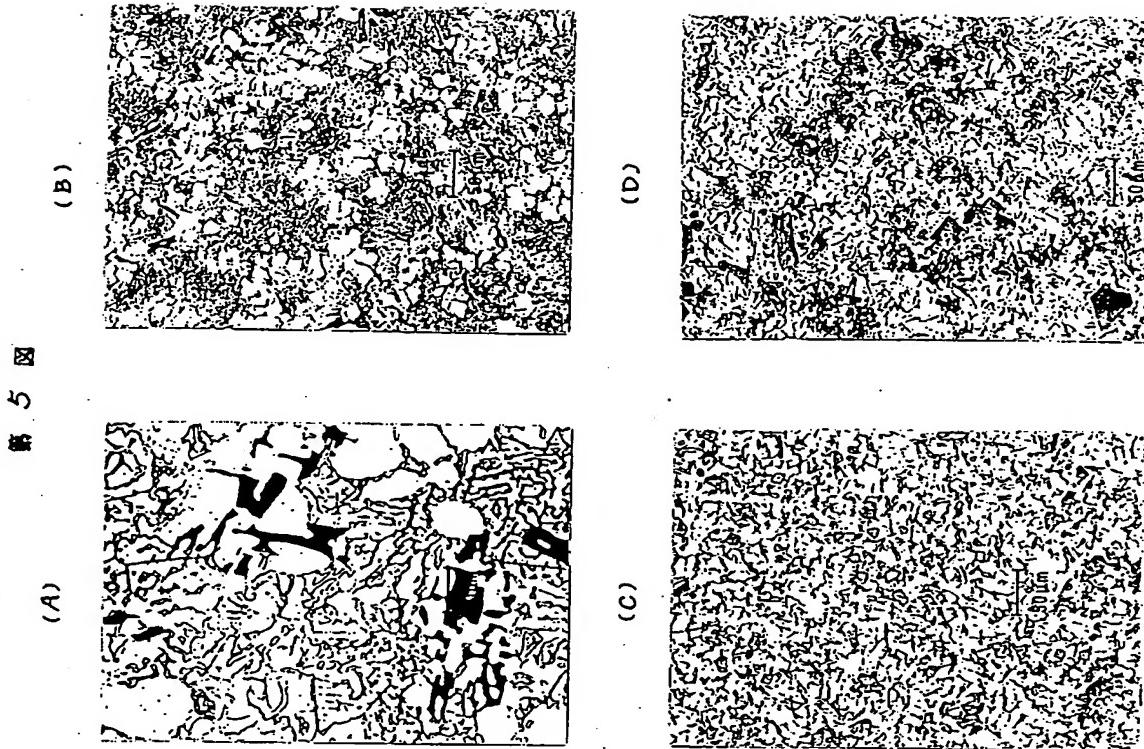


第4図



第3図





## 手 続 補 正 書

昭和63年10月26日

特許庁長官殿

## 1. 事件の表示

昭和63年特許願第5056号

## 2. 発明の名称

耐摩耗性アルミニウム合金

## 3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

住 所 広島県府中市目崎町 762番地

名 称 (694)リヨービ株式会社

取締役社長 浦 上 浩

## 4. 補正命令の日付

自 発 補 正

## 5. 補正により増加する請求項の数 1

## 6. 補正の対象

- (1) 明細書中「特許請求の範囲」の欄
- (2) 明細書中「発明の詳細な説明」の欄
- (3) 明細書中「図面の簡単な説明」の欄
- (4) 図 面(第3図)

## 7. 補正の内容

別紙のとおり

方六立

## 補正の内容

(1) 明細書中「特許請求の範囲」の欄を以下のとおり補正する。

1) Si10~14wt%と、Cu1.0~6.0wt%と、Ni  
3.0~6.0wt%と、Mg0.1~2.0wt%と、Mn  
1.0wt%以下とを含有し、不純物としてはFe  
<1.3wt%、Sn<0.5wt%、Zn<0.5wt%を  
含み、残部をAlとしたことを特徴とする耐摩  
耗性アルミニウム合金。

2) Si10~14wt%と、Cu1.0~6.0wt%と、Ni  
3.0~6.0wt%と、Mg0.1~2.0wt%と、  
Mn1.0wt%以下の外に、Ti0.01~0.3wt%、  
B 0.001~0.1wt%、Sr0.001~0.1wt%、  
P 0.001~0.2wt%のうち何れか1種以上  
を含有し、不純物としてはFe<1.3wt%、  
Sn<0.5wt%、Zn<0.5wt%を含み、残部  
をAlとしたことを特徴とする耐摩耗性アル  
ミニウム合金。」

- (2) 明細書中「発明の詳細な説明」の箇を以下のとおり補正する。
- 1) 第1頁第18行に「高性能化への動向から軽量化のニーズ」とあるのを「高性能化から軽量化へのニーズ」と補正する。
  - 2) 第2頁第10行に「使用環境」とあるのを「使用環境」と補正する。
  - 3) 第2頁第14行に「390合金」とあるのを「ASTM390合金（以下単に「390合金」という）」と補正する。
  - 4) 第2頁第14行乃至第15行に「JISAC8A（JISアルミニウム合金錫物）」とあるのを「JISAC8A合金（以下単に「AC8A合金」という）」と補正する。
  - 5) 第3頁第8行に「摺動面はSiの偏在から」とあるのを「摺動面にSiが偏在するため」と補正する。
  - 6) 第3頁第10行同頁第15行、第11頁第15行同頁第17行、第12頁第5行及び同頁第9行に「AC8A」とあるのを「AC8A合金」

- 2 -

「即ち本発明は、Si10～14wt%と、Cu1.0～6.0wt%と、Ni3.0～6.0wt%と、Mg0.1～2.0wt%と、Mn 1.0wt%以下を含有し、不純物としてはFe<1.3wt%、Sn<0.5wt%、Zn<0.5wt%を含み、残部をAlとからなり、また上記合金に、Ti0.01～0.3wt%、B 0.001～0.1wt%、Sr0.001～0.1wt%、P 0.001～0.2wt%のうち何れか1種以上を含有することにより上述従来の問題点を解決したのである。」と補正する。

- 13) 第5頁第10行に「共晶Si相」とあるのを「共晶Si」と補正する。
- 14) 第6頁第1行乃至第2行に「Al、Ni又はAl、Mgと…を形成」とあるのを「Al、NiとAl-Ni-Cu系化合物を、またAl、MgとAl-Mg-Cu系化合物を夫々形成」と補正する。
- 15) 第7頁第2行及び同頁第17行に「以上の」とあるのを「を越える」と夫々補正する。
- 16) 第7頁第6行に「Ni」とあるのを「Niの添加量は」と補正する。

- 4 -

- と夫々補正する。
- 7) 第3頁第12行に「過共晶Al-Si合金」とあるのを「390合金」と補正する。
  - 8) 第3頁第19行及び第6頁第9行に「スカッフ」とあるのを「スカフィング」と夫々補正する。
  - 9) 第4頁第9行に「Niを添加するため添加量は」とあるのを「Niを添加するが、そのNi添加量は」と補正する。
  - 10) 第4頁第10行、第5頁第14行、第6頁第4行、第7頁第1行、同頁第6行乃至第7行、同頁第16行、第8頁第3行及び同頁第20行に「wt%以下」とあるのを「wt%未満」と夫々補正する。
  - 11) 第4頁第11行に「Ni…により十分」とあるのを「Niの添加量を3～6wt%に增量することにより高温での強度を得ることは勿論、十分」と補正する。
  - 12) 第4頁第20行乃至第5頁第8行に「即ち本発明は…を解決したのである。」とあるのを

- 3 -

- 17) 第7頁第7行乃至第8行に「以上添加すると」とあるのを「越えて添加すると」と補正する。
- 18) 第8頁第19行に「Ti0.001wt %」とあるのを「Ti 0.01wt %」と補正する。
- 19) 第9頁第1行に「以上では」とあるのを「を越える」と補正する。
- 20) 第9頁第9行に「190kgf/cm<sup>2</sup>」とあるのを「760kgf/cm<sup>2</sup>」と補正する。
- 21) 第9頁第14行、第11頁第8行及び同頁第10行に「テストピース」とあるのを「試験片」と補正する。
- 22) 第9頁第15行に「…鋳造し、試料No.1Bとした。」とあるのを「…鋳造し、第4図に示すとおり試料No.1Bとした。」と補正する。
- 23) 第9頁第16行乃至第17行に「JIS規格によるAC8A合金、ASTM390合金」とあるのを「AC8A合金、390合金」と補正する。
- 24) 第9頁第18行と第19行との間に次の文章を加入する。  
「また、表-1の中でTi、B、Sr、Pを含有

- 5 -

- しない組成の合金の機械的性質はこれらを含有するものと比べてほぼ同等の結果を有することが証明されている。よって、Ti、B、Sr、Pを含有しない組成の合金の実験データは除外した。」
- 25)第10頁第6行及び同頁第9行に「室温 250 °C」とあるのを「室温及び 250°C」と夫々補正する。
- 26)第10頁第8行に「試料No.1~13」とあるのを「試料No.5を除く試料No.1~13」と補正する。
- 27)第10頁第12行に「試験No.1~13」とあるのを「試料No.5を除く試料No.1~13」と補正する。
- 28)第10頁第15行に「引張試片を用い、 300 °C」とあるのを「引張試験片を用い、 試料No.5及び同様の参考例を 300°C」と補正する。
- 29)第10頁第19行に「第1図(A)~(D)」とあるのを「第1図(A)(C)(D)」と補正する。
- 30)第10頁第20行に「衝撃試片を用い、 鋸放

- 6 -

- 36)第13頁第5行に「硫酸には腐食されない」とあるのを「硫酸にはあまり腐蝕されない」と補正する。
- 37)第13頁第7行乃至第8行に「2元共晶又は3元共晶反応で晶出するため」とあるのを削除する。
- 38)第17頁表-6を以下のとおり正す。

表-6

合 金	熱膨脹計数 ( $\times 10^{-6}$ ) 室温~ 200°C (mm/mm/°C)
No.5 本発明例	19.1
390合金 参 考 例	19.3
AC8A合金 参 考 例	21.0

(3) 附圖中「図面の簡単な説明」の欄を以下のとおり補正する。

- 1)第18頁第10行に「テストピース」とあるのを「試験片の形状」と補正する。

- 8 -

し状態で」とあるのを「衝撃試験片を用い、 試料No.5を除く試料No.1~13及び同様の参考例を鋸放し状態で」と補正する。

- 31)第11頁第3行乃至第4行に「摩耗試験用テストピースを用い大越式摩耗試験機により」とあるのを「摩耗試験用試験片を用い、 試料No.1、 3、 5~8及び同様の参考例を大越式摩耗試験機により」と補正する。
- 32)第11頁第8行、 同頁第9行、 第12頁第14行及び第13頁第13行に「No.」とあるのを「試料No.」と夫々補正する。
- 33)第12頁第14行乃至第15行に「ダイカスト材とグラビティ铸造材」とあるのを「ダイカスト材と試料No.1Bのグラビティ铸造材」と補正する。
- 34)第12頁第17行に「…示す様に、 R・T~ 200°C」とあるのを「…示す様に、 試料No.5の合金は室温~ 200°C」と補正する。
- 35)第12頁第18行に「…を示す 390合金」とあるのを「…を示し、 390合金」と補正する。

- 7 -

- 2)第18頁第14行に「試料の摩耗速度」とあるのを「試料No.1Bの摩耗速度」と補正する。

## (4) 図 面

図面中第3図を別紙添付図面写のとおり補正する。

特許出願人  
リヨーピ株式会社

- 9 -

第〇圖

